

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-163405

(43)Date of publication of application : 18.06.1999

(51)Int.Cl.

H01L 33/00  
H01L 21/301

(21)Application number : 10-279386

(71)Applicant : NICHIA CHEM IND LTD

(22)Date of filing : 14.09.1998

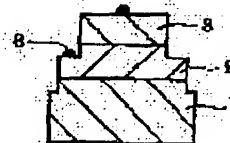
(72)Inventor : IWASA SHIGETO  
NAGAHAMA SHINICHI  
NAKAMURA SHUJI

## (54) GALLIUM NITRIDE BASED COMPOUND SEMICONDUCTOR CHIP

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a gallium nitride based compound semiconductor chip which has superior light-emitting capability and can be cut into desired shapes and sizes with high yield.

SOLUTION: This semiconductor chip has a first surface and a second surface, in addition to an upper surface of a p-type gallium nitride based compound semiconductor layer 3. The first surface is formed by etching the p-type gallium nitride based compound semiconductor layer 3, located on the outer side of the upper surface of the p-type gallium nitride based compound semiconductor layer 3 down to an n-type gallium nitride based semiconductor layer 2. The second surface is formed so as to expose the substrate surface by etching or dicing the n-type gallium nitride based semiconductor layer 2 located on the outer side of the first surface.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.02.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-163405

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月18日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00  
21/301

H 0 1 L 33/00  
21/78

C  
L  
Q  
S

審査請求 有 請求項の数1 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平10-279386  
(62) 分割の表示 特願平4-172042の分割  
(22) 出願日 平成4年(1992) 6月5日

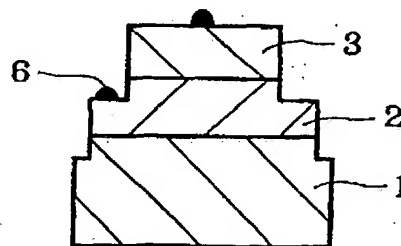
(71) 出願人 000226057  
日亜化学工業株式会社  
徳島県阿南市上中町岡491番地100  
(72) 発明者 岩佐 成人  
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化  
学工業株式会社内  
(72) 発明者 長浜 慎一  
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化  
学工業株式会社内  
(72) 発明者 中村 修二  
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化  
学工業株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 豊栖 康弘 (外1名)

(54) 【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体チップ

(57) 【要約】

【課題】 優れた発光性能を有し、歩留良く所望の形、サイズに切断することができる窒化ガリウム系化合物半導体チップを提供する。

【解決手段】 p型窒化ガリウム系化合物半導体層上面の他に第1表面と第2表面とを有し、第1表面は、p型窒化ガリウム系半導体層上面の外側に位置するp型窒化ガリウム系半導体層を、n型窒化ガリウム系半導体層までエッチングすることにより形成され、かつ第2表面は、第1表面の外側に位置する上記n型窒化ガリウム系半導体層をエッチングまたはダイシングすることにより上記基板表面が露出するように形成されていることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 サファイア基板上にn型窒化ガリウム系化合物半導体層を介してp型窒化ガリウム系化合物半導体層が形成されたpn接合面を有する窒化ガリウム系化合物半導体チップであって、

上記窒化ガリウム系化合物半導体チップは、p電極が形成される上記p型窒化ガリウム系化合物半導体層上面の他に第1表面と第2表面とを有し、

上記第1表面は、上記p型窒化ガリウム系半導体層上面の外側に位置するp型窒化ガリウム系半導体層を、上記n型窒化ガリウム系半導体層までエッチングすることにより形成され、かつ上記第2表面は、上記第1表面の外側に位置する上記n型窒化ガリウム系半導体層をエッチングまたはダイシングすることにより上記基板表面が露出するように形成されていることを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体チップ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は青色発光ダイオード、青色レーザーダイオード等の発光デバイスに使用される窒化ガリウム系化合物半導体チップに係り、特に、サファイア基板上に積層された窒化ガリウム系化合物半導体の結晶性を損ねること無くチップ状に分離された窒化ガリウム系化合物半導体チップに関する。

## 【0002】

【従来の技術】一般に発光ダイオード、レーザーダイオード等の発光デバイスはステム上に発光源である半導体チップが設置されている。その半導体チップを構成する材料として、例えば赤色、橙色、黄色、緑色発光ダイオードではGaAs、GaAlAs、GaP等が知られている。青色ダイオード、青色レーザーダイオードについては、数々の半導体材料が研究されているが、未だ実験段階であり実用化には至っていない。しかし、実用的な青色発光材料として、GaN、InGaN、GaAlN等の窒化ガリウム系化合物半導体が注目されている。

【0003】従来、半導体材料が積層されたウエハーをチップに分離する方法としては一般にダイサー、またはスクライバーが使用されている。ダイサーとは通常ダイシングソーとも呼ばれ、刃先をダイヤモンドとする円盤の回転運動により、ウエハーをフルカットするか、または刃先巾よりも広い巾の溝を切り込んだ後、外力によってカットする装置である。一方、スクライバーとは先端をダイヤモンドとする針の往復直線運動によりウエハーに極めて細いスクライブライン（罫書線）を、例えば基盤目状に引いた後、外力によってカットする装置である。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】前記GaP、GaAs等のせん亜鉛構造の結晶はへき開性が「110」方向にあるため、この性質を利用してスクライバーで、この方

向にスクライブラインを入れることによりチップ状に簡単に分離できる。しかしながら、窒化ガリウム系化合物半導体はサファイア基板の上に積層されるいわゆるヘテロエピ構造であり、窒化ガリウム系化合物半導体とサファイアとは格子定数不整が大きい。さらに、サファイアは六方晶系という結晶の性質上、へき開性を有していない。従って、スクライバーで切断することは不可能であった。また、サファイア、窒化ガリウム系化合物半導体ともモース硬度がほぼ9と非常に硬い物質であるため、ダイサーでフルカットすると、その切断面にクラック、チッピングが発生しやすくなり、綺麗に切断できなかった。さらに、ダイサーの刃が長時間ウエハー切断面に接することにより、ウエハーの横方向に応力（ストレス）が生じる。このため、特にn型層とp型層との界面にクラック、チッピング等が発生しやすくなり、肝心の窒化ガリウム系化合物半導体の結晶性を損ねてしまうため、輝度が低下したり、寿命が非常に短くなってしまうという問題点があった。

【0005】従って、本発明はサファイアを基板とする窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーをチップ状にカットするに際し、切断面、界面のクラック、チッピングの発生を防止し、窒化ガリウム系化合物半導体の結晶性が損なわれることなく優れた発光性能を有し、歩留良く所望の形、サイズに切断することができる窒化ガリウム系化合物半導体チップを提供することを目的とするものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の窒化ガリウム系化合物半導体チップは、サファイア基板上にn型窒化ガリウム系化合物半導体層を介してp型窒化ガリウム系化合物半導体層が形成されたpn接合面を有する窒化ガリウム系化合物半導体チップであって、上記窒化ガリウム系化合物半導体チップは、p電極が形成される上記p型窒化ガリウム系化合物半導体層上面の他に第1表面と第2表面とを有し、上記第1表面は、上記p型窒化ガリウム系半導体層上面の外側に位置するp型窒化ガリウム系半導体層を、上記n型窒化ガリウム系半導体層までエッチングすることにより形成され、かつ上記第2表面は、上記第1表面の外側に位置する上記n型窒化ガリウム系半導体層をエッチングまたはダイシングすることにより上記基板表面が露出するように形成されていることを特徴とする。

## 【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施の形態の窒化ガリウム系化合物半導体チップの製造方法を図面を参照しながら詳説する。本実施の形態の製造方法は、サファイア基板上にn型およびp型の窒化ガリウム系化合物半導体が順に積層されたウエハーをチップ状に分離する方法であって、（1）サファイア基板を研磨して薄くする工程と、（2）p型層の一部をn型層までエッチング

する工程と、(3) n型層をサファイア基板までエッチングまたはダイシングする工程と、(4) サファイア基板をダイシング、またはスクライビングにより切断する工程と、を具備することを特徴とするものである。以下図面を参照して説明する。図1～図6は窒化ガリウム系化合物半導体ウェハー、および素子の構造を示す断面図であり、1はサファイア基板、2はn型窒化ガリウム系化合物半導体層（以下n型層という。）、3はp型窒化ガリウム系化合物半導体層（以下p型層という。）である。但し、本発明の方法は、図面の構造の窒化ガリウム系化合物半導体ウェハーにのみ適用されるものではない。

【0008】通常、窒化ガリウム系化合物半導体ウェハーの厚さは、サファイア基板1で400～800 $\mu$ m、その上に積層されたn型層2、およびp型層3の厚さは、多くても数十 $\mu$ mであり、そのほとんどがサファイア基板1の厚さで占められている。従って、(1)の工程において、サファイア基板1を研磨して、その厚さを50～300 $\mu$ mに調整することが好ましい。50 $\mu$ mよりも薄いと、ウェハー全体が割れ易くなったり、またウェ

ハーに反りが生じる傾向にある。また、300 $\mu$ mよりも厚いと、(4)の工程において、ダイシング、またはスクライビングによる切断の際にサファイア基板にチップ

ピング、クラックが発生しやすくなる。またスクライビングする場合は、スクライプラインを深くしなければならぬため、細かいチップができにくくなり、チップ分離が困難になる傾向がある。研磨された基板のさらに好ましい厚さとしては100～200 $\mu$ mである。なお、(1)の工程は(2)、(3)の工程の後に行ってもよい。

【0009】まず、サファイア基板1上に、n型層2、およびp型層3が順に積層されたウェハーの、最上層であるp型層3上に、図1に示すように保護膜4を設ける。保護膜4はp型層3がエッチングにより侵食されるのを防ぐと共に、パターンエッチングを行うために設けるものであって、フォトレジストでパターンニングした後、例えばSiO<sub>2</sub>等の材料でプラズマCVD法を用いて形成することができる。なお、この図においてサファイア基板1は予め研磨して薄くしてある。

【0010】次に、保護膜4が設けられたp型層3を、n型層2までエッチングする((2)の工程)。エッチング方法はドライ、ウェットいずれの方法でもよい。エッチング終了後、図2に示すように、酸により保護膜4を除去する。

【0011】さらに、図3に示すように、n型層2の表面にn型電極を設けられるスペースを残して、n型層2をサファイア基板1までエッチング、またはダイシングする((3)の工程)。n型層2とサファイア基板1の界面にできるだけストレスをかけないようにするには、エッチングが好ましい。エッチングする場合には、前述

したように保護膜をエッチング面以外(p型層3とn型層2の電極形成部分)に形成する必要がある。

【0012】次に、図4に示すように、(3)の工程により露出されたサファイア基板をスクライビングして、スクライプライン(罫書線)5を入れた後、サファイア基板側から押し割って分離する((4)の工程)。

(1)の工程によりサファイア基板の厚さを薄くしているため、スクライプライン5を入れて押し割ることによって、綺麗にチップ状に分離することができる。スクライプラインの深さは特に規定するものではないが、基板の厚さの5%以上の深さで入れることにより、へき開性の無いサファイアでも切断面をほぼ平面状とすることができ、好ましく切断できる。

【0013】また、図5に示すように、ダイシングによりサファイア基板1を直接フルカットしてもよい。この場合においても、サファイア基板1を予め薄くしてあるためダイシング時間を短縮でき、ストレスをかけずに綺麗に切断できる。

【0014】(作用)図6は、(4)の工程のスクライビングまたはダイシングによって分離された窒化ガリウム系化合物半導体素子のn型層2、およびp型層3に電極6を形成した状態を示す断面図である。

【0015】この図において、n型層2とp型層3の界面、即ち、p-n接合面はエッチングされているため、この界面には従来のダイシングによるストレスはかかっておらず、窒化ガリウム系化合物半導体結晶の損傷はほとんど無い。さらに、サファイア基板1とn型層2の界面においても、予め(1)の工程により、n型層2の途中までエッチングされているため、ダイシングを行うにしても、その切断深さを短くすることができるため、ストレスのかかる割合が従来に比して大幅に減少する。従って、本発明の方法により得られた窒化ガリウム系化合物半導体チップは、格子不整合に起因する窒化ガリウム系化合物半導体層のクラック、チップングが防止されており、半導体結晶を損傷すること無く結晶性が保持されている。また、サファイア基板を研磨して薄くすることにより、へき開性のないサファイア基板でもスクライプで綺麗に切断でき、またダイシングにおいても切断時間を短縮できるという優れた利点がある。

【0016】

【実施例】以下、本発明の窒化ガリウム系化合物半導体チップの製造方法を実施例で説明する。

【0017】[実施例1] 厚さ450 $\mu$ m、大きさ2インチφのサファイア基板上に、順にn型Ga<sub>0.4</sub>N層とp型Ga<sub>0.4</sub>N層を合わせて5 $\mu$ mの厚みで成長させた発光ダイオード用のGa<sub>0.4</sub>Nエピタキシャルウェハーのp型Ga<sub>0.4</sub>N層に、フォトレジストでパターンを形成する。

【0018】フォトレジストの上からプラズマCVD法により保護膜としてSiO<sub>2</sub>膜を0.1 $\mu$ mの膜厚で形成した後、溶剤によりフォトレジストを剥離して、パタ

ーニングされた $\text{SiO}_2$ 膜を残す。

【0019】ウエハーをリン酸と硫酸の混酸に浸漬し、p型GaN層をn型GaN層までエッチングする。

【0020】エッチング後、研磨機にてサファイア基板を $150\mu\text{m}$ まで研磨する。

【0021】研磨後、ウエハーをダイシングソーに設置し、ブレード回転数 $30,000\text{rpm}$ 、切断速度 $0.3\text{mm/sec}$ の条件で、ダイヤモンドブレードにて、所定のカットライン( $350\mu\text{m}$ 角)上を $20\mu\text{m}$ の深さでダイシングする。

【0022】次に、基板側に粘着テープを貼付し、スクライパーのテーブル上に張り付け、真空チャックで固定する。テーブルはx軸(左右)、y軸(前後)に動き、 $180$ 度水平に回転可能な構造となっている。固定後、スクライパーのダイヤモンド刃でダイシングの跡をスクライブしてラインを引く。ダイヤモンド刃が設けられたバーはz軸(上下)、y軸(前後)方向に移動可能な構造となっている。ダイヤモンド刃の刃先への加重は $100\text{g}$ とし、スクライブラインの深さを深くするため、同一のラインを2回スクライブすることにより深さ $10\mu\text{m}$ とする。

【0023】スクライブラインを引いたGaNウエハーをテーブルから剥し取り、サファイア基板側からローラーにより圧力を加えて、押し割ることによりGaNチップを得た。

【0024】このようにして得られたGaNチップより外形不良によるものを取り除いたところ、歩留は $95\%$ 以上であった。また、このGaNチップのp型GaN層、およびn型GaN層にAu電極を取り付けた後、常法に従い発光ダイオードとしたところ、順方向電圧 $4.0\text{V}$ において、発光出力は $50\mu\text{W}$ 、発光寿命は $500$ 時間以上であった。

【0025】[比較例1] 実施例1と同一のGaNエピタキシャルウエハーを、同様にしてn型GaN層までエッチングした後、サファイア基板を研磨せずに、直接ダイサーを用い、同じくブレード回転数 $30,000\text{rpm}$ 、切断速度 $0.3\text{mm/sec}$ の条件で、 $350\mu\text{m}$ 角のチップにフルカットしたところ、切断線に対し無数のクラックが生じ、歩留は $30\%$ 以下であった。また、

残ったGaNチップのp型層およびn型層に同じくAu電極を取り付け、発光ダイオードとしたところ、順方向電圧 $4.0\text{V}$ において、発光出力 $20\mu\text{W}$ 、発光寿命は $50\sim70$ 時間であった。

【0026】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の方法によると、pn接合部はストレス無く分離できることで、従来問題となっていた特性劣化、特に発光寿命、発光出力において大幅な改善が認められた。また、窒化ガリウム系化合物半導体とサファイア基板との格子定数不整から生じる、結晶面のクラック、チッピング等を防止でき、窒化ガリウム系化合物半導体チップを歩留良く製造でき、その産業上の利用価値は大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施の形態の工程において得られる窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーの構造を示す断面図。

【図2】 本発明の一実施の形態の工程において得られる窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーの構造を示す断面図。

【図3】 本発明の一実施の形態の工程において得られる窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーの構造を示す断面図。

【図4】 本発明の一実施の形態の工程において得られる窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーの構造を示す断面図。

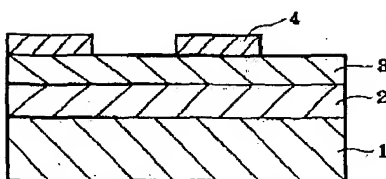
【図5】 本発明の一実施の形態の工程において得られる窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーの構造を示す断面図。

【図6】 本発明の一実施の形態の工程において得られる窒化ガリウム系化合物半導体チップの構造を示す断面図。

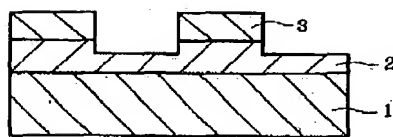
【符号の説明】

- 1・・・・・・サファイア基板、
- 2・・・・・・n型窒化ガリウム系化合物半導体層、
- 3・・・・・・p型窒化ガリウム系化合物半導体層、
- 4・・・・・・保護膜、
- 5・・・・・・スクライブライン、
- 6・・・・・・電極。

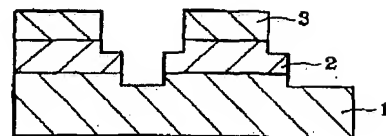
【図1】



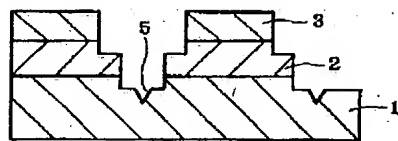
【図2】



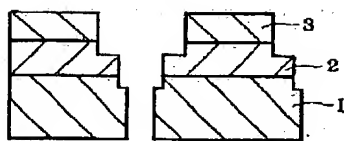
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

